

ANALISIS BAKTERI COLIFORM DALAM AIR SUMUR DAN KEMUNGKINAN EFEK BIOPATOLOGIK

Hastari Wuryastuti¹, R. Wasito², Siti Chalimah³, Sri Andayani³, Yuni Indraswati³,
Leksono Lestariyadi³, Prapti K³, dan Mohammad Amien³

Abstrak

Bakteri *coliform* merupakan grup bakteri Gram negatif berbentuk batang dan beberapa galur dari bakteri tersebut, terutama *Escherichia coli* diketahui dapat mengakibatkan diare pada manusia dan hewan. Pada umumnya, penyakit bakterial tersebut ditularkan melalui air yang tercemar. Pada penelitian ini, adanya bakteri *coliform* ditentukan berdasarkan pada metode *most probable number* (MPN) yang dibiakkan pada *lactose broth* dan *brilliant green bile broth*. Hasil analisis MPN menggunakan sampel air sumur yang diambil dari daerah Karangmalang, Sungai Code dan Deresan, masing-masing menunjukkan kandungan 150 *coliform*/100 ml, 210 *coliform*/100 ml dan 460 *coliform*/100 ml. Sedangkan, standar jumlah *coliform* dalam air minum yang direkomendasikan *World Health Organization* (WHO) adalah 10 *coliform*/100 ml dan 1 *E. coli*/100 ml. Berdasarkan hasil penelitian ini, menunjukkan bahwa kandungan *coliform* dalam air tersebut adalah jauh melebihi nilai ambang batas normal yang ditetapkan oleh WHO. Disarankan, bahwa penggunaan air tersebut untuk konsumsi sehari-hari, terutama jika air tersebut akan digunakan untuk minum ataupun masak memasak di dapur sebaiknya direbus terlebih dahulu.

Kata kunci: air sumur, *coliform*, *Escherichia coli*, WHO

ANALYSIS OF COLIFORM BACTERIA IN THE WELL WATER AND ITS POSSIBLE BIOPATHOLOGIC EFFECTS

Abstract

Coliform is a Gram-negative, rod shape bacteria. Some strains, especially *Escherichia coli* can cause diarrhea among animals and humans. Contamination of water with pathogenic *E. coli* has been associated with this disease in animals and humans. In the present study, coliform bacteria were determined with most probable number (MPN) method cultured on lactose broth and brilliant green bile broth. Results indicated that the well water samples collected from the areas of Karangmalang, Sungai Code and Deresan had 150 coliform/100 ml, 210 coliform/100 ml and 460 coliform/100 ml, respectively. Whereas, standard number of coliform organisms in drinking water recommended by World Health Organization (WHO) is 10 coliform/100 ml and is 1 *E. coli*/100 ml. Therefore, based on the present study, the coliform organisms content in the well water is far above its normal level value as recommended by WHO. Use of the water for daily consumption, especially as drinking water needs to be a great concern.

Key words: well water, *coliform*, *Escherichia coli*, WHO

¹ Fakultas Kedokteran Hewan/Pusat Antar Universitas Pangan dan gizi, UGM.

² Fakultas Kedokteran Hewan/Pusat Antar Universitas Bioteknologi, UGM.

³ Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Program Pasca Sarjana, UNY.

Pendahuluan

Air merupakan salah satu kebutuhan utama dalam hidup dan kehidupan tumbuhan, hewan dan manusia, dan fungsi air tidak dapat digantikan oleh senyawa yang lainnya. Di dalam tubuh hewan dan manusia, air terutama berperan sebagai pembawa zat-zat makanan dan sisa-sisa metabolisme, dan juga sebagai media reaksi yang mampu menstabilkan pembentukan biopolimer. Air minum merupakan air yang tidak mengandung bakteri patogen, terutama untuk saluran pencernaan dan secara estetika memenuhi syarat, antara lain: bebas bau, enak cita rasa dan memenuhi syarat mikrobiologis yang direkomendasikan, yaitu 10 sel/100 ml air untuk bakteri *coliform* dan 1 sel/100 ml untuk *E. coli* (Fardiaz, 1992).

Di negara yang sedang berkembang, termasuk Indonesia untuk kebutuhan air minum masih banyak digunakan air yang berasal dari sumur. Air di alam bebas (misalnya sumur) mengandung zat makanan yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri yang terdapat di alam. Jumlah dan jenis bakteri yang terdapat dalam air ditentukan oleh banyak faktor, antara lain: suhu, pH, tekanan atmosfer dan macam bahan-bahan organik dan anorganik. Pada umumnya, bakteri *coliform* digunakan sebagai indikator kuman untuk menentukan kualitas air (Kebabjian, 1995). Di dalam air, bakteri dalam golongan *coliform* yang paling sering dan banyak ditemukan adalah *Escherichia coli*. Jika air mengandung banyak bakteri *coliform*, maka kemungkinan besar, air tersebut telah tercemar *E. coli* yang pada umumnya cemaran bakteri tersebut berasal dari tinja.

Escherichia coli adalah bakteri Gram-negatif, motil atau non-motil, fakultatif anaerobik dan termasuk dalam familia *Enterobacteriaceae* yang tidak membentuk spora. Bakteri *coliform*, terutama *E. coli* dianggap bertanggung jawab terhadap aspek kesehatan masyarakat yang penting di bidang kedokteran veteriner dan kedokteran manusia (Levin, 1987). Beberapa diantaranya, dapat bertindak sebagai penyebab diare pada hewan ternak (Mohammad dkk., 1985 dan 1986; Orskov dkk., 1987) dan bahkan beberapa diantaranya bersifat zoonotik pada manusia (Archer dan Young, 1986). Kontaminasi produk-produk pakan dan pangan dengan *enterohemorrhagic Escherichia coli* (EHEC) 0157 : H7 dapat menyebabkan penyakit pada manusia yang disebut *hemolytic-uremic syndrome* dan *hemorrhagic colitis*. Pada umumnya, transmisi EHEC 0157 : H7 pada

manusia terjadi akibat konsumsi daging yang kurang matang memasaknya dan susu segar.

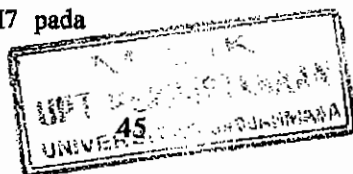
Uji *coliform* pada air sumur ditujukan untuk mengetahui dan menentukan kandungan bakteri tersebut sehingga dapat ditentukan lebih lanjut kemungkinan kelayakan air tersebut untuk konsumsi pada hewan ternak ataupun manusia, terutama ada/tidaknya bakteri golongan *coliform* yang bersifat patogenik, terutama *Escherichia coli*.

Materi dan Metode

Pada penelitian ini digunakan air sumur yang diambil dari tiga lokasi, yaitu a. Daerah Karangmalang (dekat kampus Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta), b. Sungai Code dan c. Deresan. Dari masing-masing lokasi tersebut, diambil sampel air sumur sebanyak 1 liter dan selanjutnya dilakukan pengukuran pH dan suhu. Uji kandungan *coliform* dilakukan di laboratorium Mikrobiologi, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada dengan metode *most probable number* (MPN).

Untuk prosedur analisis, pada awalnya, dibuat media *lactose broth* (LB) dan *brilliant green bile broth* (BGBB), yang selanjutnya, masing-masing medium tersebut sebanyak 9 ml dimasukkan ke dalam 12 tabung reaksi. Tabung yang berisi media LB ataupun BGBB dimasuki tabung Durham volume 9 ml dengan posisi terbalik. Media tersebut disterilisasi di dalam *autoclave* pada suhu 121^o C selama 15 menit. Selanjutnya, dibuat larutan 0,1% pepton sebanyak 3 tabung untuk 3 sampel. Sebelum uji MPN dimulai, media LB, BGBB, pepton dan sampel air sumur disimpan di dalam almari inokulasi.

Selanjutnya, dibuat serial pengenceran sampel air sumur sampai dengan 10⁻⁴ dan tiap pengenceran dimasukkan (diinokulasikan) ke dalam medium LB dengan 3x ulangan. Perlakuan tersebut dilakukan dengan pengenceran 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³ dan 10⁻⁴. Setelah semua tabung dengan medium LB selesai diinokulasi sampel air sumur, diinkubasikan ke dalam inkubator pada suhu 37^o C selama 48 jam. Setelah inkubasi 48 jam, diamati adanya gas dan pembentukan asam. Selanjutnya, bakteri yang ada di dalam tabung yang membentuk gas dan asam, diinokulasikan pada emdium BGBB dengan perlakuan dan pengenceran serta ulangan yang sama. Selanjutnya, diinkubasikan kembali di dalam inkubator pada suhu 37^o C selama 48 jam untuk diamati ada/tidaknya bakteri *coliform*.



Pengamatan hasil uji MPN, dilakukan dengan 2 cara, yaitu: a. Berdasarkan adanya perubahan warna pada medium dan terbentuknya gas di dalam tabung Durham dan b. Berdasarkan pada jumlah bakteri *coliform* dalam 100 ml sampel air sumur yang ditentukan dengan menggunakan tabel hitung. Misalnya, pada lokasi 1, dari hasil pengamatan terlihat 3.2.1.0. Angka tersebut menunjukkan bahwa pada tabung dengan pengenceran 1 ml sampel air sumur dalam 9 ml LB ($1:10/10^{-1}$) terdapat 3 tabung Durham yang membentuk gas, pada pengenceran 10^{-2} terdapat 2 tabung Durham yang membentuk gas, pada pengenceran 10^{-3} terdapat 1 tabung Durham yang membentuk gas dan pada pengenceran 10^{-4} tidak terdapat tabung Durham yang membentuk gas (tidak terbentuk gas). Selanjutnya, dari hasil 3.2.1.0. dilihat pada Tabel untuk mengetahui dan menentukan berapa jumlah sel bakteri *coliform*/100 ml sampel air sumur. Untuk mendapatkan hasil tersebut, nilai (angka) yang ada pada Tabel dikalikan dengan satu dan dibagi dengan pengenceran yang ada di tengah ($10^{-2}/1/100$). Maka, hasil yang diperoleh tersebut menunjukkan jumlah sel bakteri *coliform* yang terdapat dalam 100 ml sampel air sumur.

Hasil dan Pembahasan

Seperti diketahui, bahwa adanya daerah perkotaan yang padat penduduknya dan ditambah dengan adanya keterbatasan lahan tanah yang tersedia akan dapat menginisiasi penduduk untuk tidak lagi mengindahkan persyaratan sanitasi, sehingga memungkinkan sumur-sumur di daerah perkotaan padat tercemar oleh mikroba, khususnya bakteri *coliform* yang beberapa jenisnya, selain bersifat *commensal* (non-patogenik), juga banyak yang bersifat patogenik. Ada beberapa pendapat yang menyatakan bahwa bakteri *coliform* didominasi *E. coli* sehingga *coliform* adalah sama (identik) dengan *E. coli*. Bakteri *E. coli* yang bersifat patogenik dapat menyebabkan infeksi pada saluran pencernaan (diare) sehingga penderita (hewan dan manusia) mengalami diare (Levin, 1987). Penelitian galur-galur *E. coli* yang terkait dengan endemik diare pada hewan (pedet, domba dan babi) dan manusia dapat membantu untuk menentukan faktor-faktor virulensi spesifik yang dapat digunakan untuk menentukan galur-galur *E. coli* yang bersifat non-patogenik dan patogenik (Dougan dan Morrissey, 1984; Fairbrother dkk., 1989; Gastra dan deGraaf, 1982; Gross dan Rowe, 1985; Isaacson dkk., 1978; Okerman, 1987; Smith dan Gyles, 1970;

Smith dan Lingwood, 1971; Wilson dan Francis, 1986; Wray dan Morris, 1985).

Berdasarkan hasil pengamatan pada penelitian ini, dari pengenceran 10^{-1} sampai dengan 10^{-3} terjadi perubahan warna dan terbentuk gas. Pada awalnya terlihat berwarna hijau, tetapi setelah diinokulasi sampel air sumur dan diinkubasi di dalam inkubator pada suhu 37° C selama 48 jam terlihat warnanya berubah menjadi kuning. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada medium *lactose broth* terjadi fermentasi laktosa (karbohidrat) oleh bakteri. Seperti diketahui, bahwa bakteri *coliform* mampu memfermentasi karbohidrat menjadi asam dan gas. Selanjutnya, pada hasil pemeriksaan *coliform* menunjukkan 3.2.1.0 (1700 sel bakteri *coliform*/100 ml sampel air sumur) di daerah Karangmalang, 3.2.2.0 (2000 sel bakteri *coliform*/100 ml sampel air sumur) di daerah Sungai Code dan 3.3.1.0 (2100 sel bakteri *coliform*/100 ml sampel air sumur) di daerah Deresan. Berdasarkan *World Health Organization* (WHO) yang disitasi dari Riyadi (1984), standar baku normal *coliform* dalam air minum yang disyaratkan adalah 10 sel bakteri *coliform*/100 ml dan untuk *E. coli* adalah 1 sel bakteri *E. coli*/100 ml. Sedangkan, di Indonesia persyaratan sementara bakteri dalam makanan yang dikeluarkan oleh Pusat Pemeriksaan Obat dan Makanan, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, dan Departemen Kesehatan Republik Indonesia ditetapkan, bahwa air minum terkontaminasi *E. coli* maksimal 3 sel bakteri *E. coli*/100ml. Dilaporkan oleh Sudarmaji (1992) bahwa air minum di Yogyakarta telah tercemar *E. coli*. Meskipun demikian, supaya air tersebut dapat diminum dan tidak berdampak negatif terhadap kesehatan harus direbus terlebih dahulu. Bakteri *E. coli* tidak berkapsul dan akan mati dengan pemanasan pada suhu 120° C.

Galur-galur *E. coli*, pada umumnya, merupakan normal flora yang terdapat di dalam saluran pencernaan. Meskipun demikian, beberapa galur tertentu *E. coli* mampu mengekspresikan faktor virulensi sehingga menyebabkan *E. coli* mampu menginduksi lesi patologik pada saluran pencernaan dan gejala klinis diare terhadap hewan ternak dan manusia penderita. Identifikasi terhadap faktor-faktor virulensi *E. coli* telah memungkinkan diketahui mekanisme berbagai macam galur tersebut sebagai penyebab diare yang berbeda-beda. Bakteri *E. coli* yang bersifat patogenik sebagai penyebab diare pada manusia, ada 4 (empat) kategori utama, yaitu: *enterotoxigenic E. coli* (ETEC), *enteroinvasive E. coli*,

enteropathogenic E. coli (EPEC) dan *enterohemorrhagic E. coli* (EHEC) (Levin, 1987). Selain itu, dilaporkan oleh Vial dkk. (1988) adanya *E. coli* yang termasuk dalam kategori *enteroadherent (enteroadherent-aggregative)*. Pada hewan ternak yang masih muda, *E. coli* bentuk ETEC, EPEC dan EHEC merupakan penyebab utama diare. Pada manusia, ETEC, EPEC dan *enteroinvasive E. coli* ditularkan terutama melalui air minum yang tercemar. Sedangkan, pada umumnya, kasus-kasus EHEC ditularkan terutama berasal dari makanan (*foodborne*).

Untuk ETEC, faktor virulensi terutama disebabkan oleh adanya ekspresi antigen fimbria sehingga memungkinkan *E. coli* mampu menempel pada sel mamalia dan memproduksi enterotoksin yang mempengaruhi sekresi cairan saluran pencernaan lewat peningkatan konsentrasi seluler *cyclic AMP* (cAMP) ataupun cGMP (Dougan dan Morrissey, 1984; Wilson dan Francis, 1986). Sedangkan, di bidang kedokteran veteriner, EPEC akan menyebabkan lesi intestinal (atrofi dan nekrosis pada saluran pencernaan) dan non-intestinal, dan pada manusia akan dapat menyebabkan diare pada anak-anak. Mekanisme lesi-lesi intestinal tersebut pada hewan ternak dan manusia belum diketahui dengan jelas. Hal ini disebabkan, meskipun sudah diketahui bahwa EPEC mengekspresi faktor perlekatan dan produksi sitotoksin, kedua hal tersebut tidak ada hubungannya dengan induksi lesi-lesi pada saluran pencernaan. Galur EHEC, pada umumnya, akan membentuk koloni pada mukosa saluran pencernaan sehingga akan mengakibatkan terjadinya atrofi mikrovili sel-sel epitel (Moxley dan Francis, 1986). Galur EPEC juga mampu menghasilkan sitotoksin yang potensial dalam menyebabkan terjadinya radang hemoragik yang berat pada kolon (hemoragik kolitis) (Levin, 1987; Karmali, 1989).

Pada penelitian ini, rerata jumlah bakteri *coliform* dalam air sumur yang teranalisa adalah jauh melebihi nilai ambang (± 1900 sel bakteri *coliform/ml*) yang dianjurkan oleh WHO (10 sel bakteri *coliform/100 ml*). Dengan demikian, penelitian-penelitian lanjutan yang ditujukan terutama terhadap identifikasi galur-galur *E. coli* dan faktor-faktor virulensi spesifik terkait untuk membedakan antara *E. coli* galur patogenik dengan galur *commensal* (normal flora) perlu dilakukan. Hal tersebut akan sangat membantu dalam memecahkan permasalahan diare yang disebabkan oleh galur-galur *E. coli* pada hewan ternak (sapi, domba dan babi) yang masih muda

dan pada bayi serta anak-anak (Gross dan Rowe, 1985; Wray dan Morris, 1985; Wilson dan Francis, 1986). Individu dewasa, pada umumnya, beraksi sebagai pembawa *E. coli* dan tidak menunjukkan gejala klinis infeksi bakterial. Diduga bahwa individu dewasa mampu mengembangkan imunitas seluler dan humoral.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, analisa lanjutan tentang ada/tidaknya bakteri *coliform*, terutama *E. coli* yang terdapat dalam air sumur tersebut yang bersifat patogenik pada hewan dan manusia perlu dilakukan mengingat bahwa ternyata kandungannya jauh melebihi ambang batas yang direkomendasikan WHO. Selain itu, air sumur di daerah tersebut, jika akan dikonsumsi sebaiknya direbus sampai mendidih terlebih dahulu. Perebusan air yang mendidih beberapa saat, diharapkan, akan mematikan bakteri (terutama bakteri patogenik) yang ada dalam air tersebut. Usaha pelestarian kesehatan lingkungan perlu dilakukan berkelanjutan, terutama melalui usaha-usaha pembuatan kamar mandi dan W.C. yang memenuhi syarat-syarat kesehatan yang telah dianjurkan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta yang telah memberi dana sehingga memungkinkan dilaksanakannya penelitian ini. Tulisan ini dipersembahkan kepada Yang Terhormat dan Tercinta Prof. Dr. Mohamad Amien, MA (alm) atas jasa-jasa beliau yang amat sangat tidak terhingga sehubungan dengan program studi ini.

Daftar Pustaka

- Archer DL. dan Young FE. 1988. Contemporary issues: Disease with a food vector. *Clin. Microbiol. Rev.* 1: 377-98.
- Dougan G. dan Morrissey P. 1984. Molecular analysis of the virulence determinants of enterotoxigenic *Escherichia coli* isolated from domestic animals: Applications for vaccine development. *Vet. Microbiol.* 10: 241-57.
- Fairbrother JM, Broes A, Jacques M. dan Lariviere S. 1989. Pathogenicity of *Escherichia coli* 0115:K"V165" strains isolated from pigs with diarrhea. *Am J. Vet. Res.* 49: 1325-8.

- Fardiaz S. 1992. Petunjuk laboratorium analisa mikrobiologi pangan. PAU Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gaastra W. dan deGraaf FK. 1982. Host-specific fimbrial adhesins of non-invasive enterotoxigenic *Escherichia coli* strains. *Microbiol. Rev.* 46: 29-161.
- Gross RJ. dan Rowe B. 1985. *Escherichia coli* diarrhea. *J. Hyg.* 95: 531-50.
- Isaacson RE, Moon HW. dan Schneider RA. 1978. Distribution and virulence of *Escherichia coli* in the small intestine of calves with and without diarrhea. *Am. J. Vet. Res.* 39: 1750-5.
- Karmali MA. 1989. Infection by verocytotoxin-producing *Escherichia coli*. *Clin. Microbiol. Rev.* 2: 15-38.
- Kebabjian RS. 1995. Disinfection of public pools and management of fecal accidents. *J. Environ. Health* 58: 8-12.
- Levin MM. 1987. *Escherichia coli* that cause diarrhea: Enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic, and enteroadherent. *J. Infect. Dis.* 141: 733-7.
- Mohammad A, Peiris JSM, Wijewanta EA, Mahalingam S. and Gunasekara G. 1985. Role of verocytotoxigenic *Escherichia coli* in cattle and buffalo calf diarrhoea. *FEMS Microbiol. Lett.* 26: 281-3.
- Mohammad A, Peiris JSM. dan Wijewanta EA. 1986. Serotypes of verocytotoxigenic *Escherichia coli* isolated from cattle and buffalo calf diarrhoea. *FEMS Microbiol. Lett.* 35: 261-5.
- Moxley RA. dan Francis DH. 1986. Natural and experimental infection with an attaching and effacing strain of *Escherichia coli* in calves. *Infect. Immun.* 53: 339-46.
- Okerman L. 1987. Enteric infections caused by non-enterotoxigenic *Escherichia coli* in animals: Occurrence and pathogenicity mechanisms. A review. *Vet. Microbiol.* 14: 33-46.
- Orskov F, Orskov I. dan Vilar JA. 1987. Cattle as a reservoir of verotoxin-producing *Escherichia coli* O157 : H7. *Lancet* 1: 276.
- Smith HW. dan Gyles CL. 1970 The relationship between two apparently different enterotoxins produced by enteropathogenic strains of *Escherichia coli* of porcine origin. *J. Med. Microbiol.* 3: 387-401.
- Smith HW. dan Lingwood MA. 1971. Observations on the pathogenic properties of the K88, HLY, and ENT plasmids of *Escherichia coli* with particular reference to porcine diarrhoea. *J. Med. Microbiol.* 4: 467-85.
- Vial PA, Robins-Brown R, Lior H, Prado V, Kaper JB, Nataro JP, Maneval D, Elsayed A. dan Levin MM. 1988. Characterization of enteroadherent-aggregative *Escherichia coli*, a putative agent of diarrheal disease. *J. Infect. Dis.* 158: 70-9.
- Wilson RA. dan Francis DH. 1986. Fimbriae and enterotoxins associated with *Escherichia coli* serogroups isolated from pigs with colibacillosis. *Am. J. Vet. Res.* 47: 213-7.
- Wray C. dan Morris JA. 1985. Aspects of colibacillosis in farm animals. *J. Hyg.* 95: 577-93.